

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
21 février 2002 (21.02.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/14972 A2(51) Classification internationale des brevets⁷ :**G06F**

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR01/02569

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) :
HOWLETT, Peter [FR/FR]; Thales Intellectual Property,
13, avenue du Prés. Salvador Allende, F-94117 Arcueil
Cedex (FR). FOURNIER, François [FR/FR]; Thales In-
tellectual Property, 13, avenue du Prés. Salvador Allende,
F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international : 7 août 2001 (07.08.2001)

(25) Langue de dépôt :

français

(74) Mandataire : BEYLOT, Jacques; Thales Intellectual
Property, 13, avenue du Prés. Salvador Allende, F-94117
Arcueil Cedex (FR).

(26) Langue de publication :

français

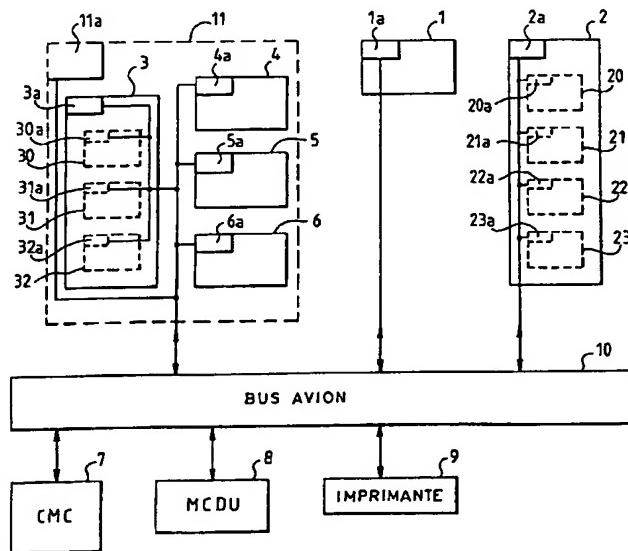
(81) États désignés (*national*) : CA, US.(30) Données relatives à la priorité :
00/10584 11 août 2000 (11.08.2000) FR(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
THALES [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008
Paris (FR).(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, TR).*[Suite sur la page suivante]*

(54) Title: MAINTENANCE SYSTEM FOR AN EQUIPMENT SET

(54) Titre : SYSTEME DE MAINTENANCE POUR UN ENSEMBLE D'EQUIPEMENTS



WO 02/14972 A2



(57) Abstract: The invention concerns the maintenance of a fast setting and removal equipment set (1-6, 11), substitutable by standard replacements, provided with individual electronic circuits (1a, 6a, 20a-23a, 30a-32a, 11a) monitoring proper functioning providing, at their level, a BITE (Built-In Test Equipment) function for failure testing and diagnosing and for transmitting a failure message by data transmission to a central maintenance computer (7) itself preparing a report on the global operating condition of the equipment set. More particularly, the invention concerns the hardware parts of the electronic circuits monitoring the proper functioning which are integral with the equipment (1-6) or part of the equipment (20-23, 30-32) and which are provided with a non-volatile storage (405) and means for detecting, selecting and recording (403, 413, 423) in their non-volatile storage units (405), the report prepared by the central maintenance computer (7). Since those hardware parts of the circuits monitoring the proper functioning track the problems of parts of equipment or equipment with which they are integral, they provide on a permanent basis, in a repair centre, together with a component removed for repair, the latest report on the global operating condition of the equipment set which is often the cause of removal, thereby facilitating the establishment of a repair diagnosis.

[Suite sur la page suivante]

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour toutes les désignations

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

(57) Abrégé : L'invention est relative la maintenance d'un ensemble d'équipement (1-6, 11) à pose et dépose rapides, remplaçables par échanges standards, pourvus de circuits électroniques individuels (1a, 6a, 20a-23a, 30a-32a, 11a) de surveillance de bon fonctionnement assumant, à leur niveau, une fonction BITE (Build In Test Equipment) de test, de diagnostic de panne et d'émission de message de panne envoyés par transmission de données à un calculateur central de maintenance (7). Élaborant lui-même un rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble des équipements. Elle est relative plus particulièrement aux parties matérielles des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement qui sont solidaires des équipements (1-6) ou de parties d'équipements (20-23, 30-32) et qui sont pourvues d'une mémoire non volatile (405) et de moyens de détection, de sélection et de capture (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405), du rapport élaboré par le calculateur central de maintenance (7). Comme ces parties matérielles de circuits de surveillance de bon fonctionnement suivent les tribulations des parties d'équipement ou équipement dont ils sont solidaires, elles permettent d'avoir toujours à disposition, dans un centre de réparation, avec une pièce déposée pour réparation, le dernier rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble des équipements souvent à l'origine de la dépose, ce qui facilite l'établissement d'un diagnostic de réparation.

SYSTEME DE MAINTENANCE POUR UN ENSEMBLE D'EQUIPEMENTS

La présente invention concerne la maintenance d'un ensemble d'équipements, tel que l'ensemble des équipements avioniques d'un aéronef qui remplissent les diverses fonctions nécessaires à l'accomplissement d'un vol.

5 Un aéronef comporte un grand nombre d'équipements, de natures diverses, mécanique, hydraulique, électrique ou électronique dont le bon fonctionnement est essentiel au cours d'un vol.

Pour améliorer le degré de confiance accordé à ces équipements, on procède, le plus souvent possible, pour chacun d'eux, à une surveillance 10 de leur bon fonctionnement consistant en une surveillance des paramètres fondamentaux et dans des tests automatiques ou semi-automatiques de bon fonctionnement, suivis d'un diagnostic de panne pouvant mener à l'émission de messages de panne. Cette surveillance de bon fonctionnement associée à un équipement est connue sous le nom de fonction BITE, tirée de 15 l'abréviation de l'expression anglo-saxonne "Built In Test Equipment".

La fonction BITE d'un équipement est assumée par une électronique qui peut être spécifique ou partagée avec d'autres fonctions de l'équipement considéré. Cette électronique effectue les traitements logiciels nécessités par la fonction BITE. Elle comprend une partie matérielle plus ou 20 moins importante solidaire de l'équipement, avec, au minimum, dans cette partie matérielle, une mémoire non volatile dans laquelle sont stockés les franchissements de norme par les paramètres surveillés, les résultats des tests, le diagnostic de panne lorsqu'il existe ainsi que les messages de panne émis. Les messages de panne des fonctions BITE des équipements 25 surveillés d'un aéronef sont adressés, par une liaison de transmission de données avion, à un équipement centralisateur placé à bord de l'aéronef afin de rassembler les différents messages de panne émis.

A bord des aéronefs récents, les messages de panne provenant 30 des fonctions BITE des différents équipements sont consultables du poste de pilotage. Ils sont en outre prétraités, en vue de faciliter la tâche des équipages et du personnel de maintenance, par un calculateur central spécialisé connu sous différentes appellations telles que CMC de l'expression anglo-saxonne "Central Maintenance Computer" ou encore CFDIU de l'expression anglo-saxonne "Centralised Fault Display Interface"

"Unit". Ce calculateur central de maintenance est accessible de l'équipage par une interface à clavier et écran qui peut être celle connue sous l'abréviation MCDU tirée de l'expression anglo-saxonne de "Multipurpose Control Display Unit" mais qui peut être aussi un ordinateur portable genre PC raccordé par 5 une liaison de données déconnectable empruntant ou non le bus avion. Il a pour fonction principale de faire, en temps réel ou en fin de vol, un diagnostic de la situation générale de l'aéronef à partir d'une synthèse des messages de panne reçus des différents équipements de l'aéronef. Il remplit également d'autres fonctions telles que la corrélation des messages de panne reçus 10 avec les alarmes reçues au niveau du poste de pilotage, la conduite de tests particuliers sur les équipements, menés à la demande, par un opérateur intervenant depuis l'interface clavier-écran donnant accès au calculateur central de maintenance ou la confection d'un rapport de "post-vol", connu sous diverses appellations telles que PFR ou LLR de l'anglo-saxon "Post 15 Flight Report" ou "Last Leg Report", à destination des équipes de maintenance au sol, renfermant un historique des messages de panne émis par les différents équipements de l'aéronef et des alarmes présentées à l'équipage ainsi que la synthèse des messages de panne faite en dernier ressort et plus généralement, toutes les informations sur les états de 20 fonctionnement des équipements, susceptibles de faciliter le travail de l'équipe de maintenance au sol, que ces informations résultent d'une exploitation automatique des messages de panne des équipements ou de remarques de l'équipage.

Pour réduire les temps d'immobilisation au sol d'un aéronef, ses 25 équipements, qu'ils soient mécaniques comme des valves, des pompes..., électriques comme des interrupteurs, des relais, des batteries..., ou électroniques comme des calculateurs de pilote automatique, de navigation..., sont, le plus souvent possible, conçus de manière à pouvoir être facilement démontés et remplacés rapidement par échange standard. 30 On parle alors d'équipements LRU de l'expression anglo-saxonne "Line Replaceable Unit".

Le concept de pièces facilement démontables et remplaçables par échange standard est même étendu à un échelon inférieur d'assemblage, au sein des équipements eux-mêmes, par utilisation d'architectures modulaires 35 avec des modules facilement démontables et remplaçables par échange

standard, certains pouvant être multifonctions, c'est-à-dire utilisables dans plusieurs équipements différents. On parle alors de modules LRM de l'anglo-saxon "Line Replaceable Module".

La fonction BITE de test de bon fonctionnement existe à chacun des deux niveaux possibles d'échange standard de pièces au sein d'un aéronef : niveau équipement LRU et niveau module d'équipement LRM. Elle est dite fonction BITE de ressource lorsqu'elle s'intéresse à une composition matérielle (hardware en anglo-saxon) ou au logiciel de premier niveau utilisé (tel que le système d'exploitation) et fonction BITE d'application lorsqu'elle s'intéresse à des logiciels de niveaux supérieurs. Elle est assurée par une électronique dont une partie matérielle plus ou moins importante suit le sort de la pièce susceptible d'un échange standard.

La fonction BITE peut également exister à un troisième niveau d'assemblage regroupant plusieurs modules LRM placés dans une même armoire ou étagère. Elle est alors dite fonction BITE globale et consiste en un prédiagnostic facilitant celui du calculateur central de maintenance.

Un exemple de système de maintenance des équipements d'un aéronef au moyen de fonctions BITE intégrées aux équipements et d'un calculateur central de maintenance du genre précité est décrit dans le brevet américain US 4,943,919.

Une fois qu'une partie d'équipement ou un équipement a été repéré comme défaillant et déposé d'un aéronef, il convient de le dépanner dans une station de réparation. Pour faciliter ce dépannage, il est connu de faire jouer une fonction d'aide au dépannage à la mémoire non volatile de la partie matérielle de l'électronique assurant la fonction BITE de la pièce déposée, qui reste solidaire de la pièce même après sa dépose. En effet, cette mémoire qui peut être consultée alors que la pièce est encore installée à bord de l'aéronef, par l'intermédiaire de l'interface écran-clavier MCDU assurant l'interface avec le calculateur central de maintenance, est également consultable en station de réparation par l'intermédiaire d'un appareillage de test spécialement adapté à cette fonction de consultation et utilisé pour diagnostiquer la panne.

Cette aide au dépannage résultant de la mémorisation du diagnostic de la fonction BITE de la pièce examinée est quelquefois insuffisante, notamment dans le cas de pannes n'apparaissant que dans un

contexte particulier. Le réparateur est alors amené à prendre en compte les raisons et conditions de la dépose. Jusqu'à présent, ces raisons et conditions de dépose figurent dans une note écrite rédigée par l'opérateur gestionnaire de l'aéronef, la plupart du temps une compagnie aérienne, sur la base des 5 notes inscrites par le personnel de maintenance au sol dans le carnet de maintenance de l'aéronef (Technical/Maintenance Logbook en langue anglo-saxonne), à partir d'indications fournies par le calculateur central de maintenance dont le rapport PFR/LLR de "post-vol".

Ce processus entièrement manuel de renseignement sur les 10 raisons et conditions de dépose d'une partie d'équipement ou d'un équipement impliquant plusieurs intervenants successifs produit souvent des erreurs de transcription et des simplifications exagérées dans les informations transmises à la station de réparation, voire une absence totale d'information de sorte que l'aide apportée au diagnostic de panne par la note 15 accompagnant la pièce déposée et exposant les raisons et conditions de la dépose est souvent moindre que celle à laquelle on serait en droit de s'attendre.

La présente invention a pour but de réduire les interventions manuelles dans le processus de renseignement d'une station de réparation 20 sur les raisons et conditions de dépose d'une partie d'équipement ou d'un équipement à réparer en profitant de la présence, au sein de la pièce déposée, d'une mémoire non volatile dédiée à la fonction BITE de cette 25 pièce, pour faire jouer à cette mémoire non volatile un rôle de stockage, non seulement du diagnostic de la fonction BITE de la pièce déposée, mais également du rapport PFR/LLR de "post-vol" établi par le calculateur central de maintenance et, éventuellement, des diagnostics des fonctions BITE d'autres niveaux d'assemblage englobant celui de la pièce déposée : fonction BITE de l'équipement englobant la pièce déposée lorsque celle-ci est un module LRM et que cet équipement est également pourvu à son niveau 30 d'une fonction BITE, et/ou fonction BITE globale lorsque l'équipement d'appartenance de la pièce déposée est regroupé avec d'autres équipements dans une l'armoire ou étagère pourvue à son niveau d'une fonction BITE globale.

Grâce à cette réduction des interventions manuelles dans le 35 processus de renseignement d'une station de réparation sur les raisons et

- conditions de dépose d'une pièce à réparer, on améliore la précision et la fiabilité des informations parvenant à la station de réparation, avec la pièce déposée, sur les anomalies constatées en fonctionnement opérationnel et sur les circonstances de la panne. De nombreux bénéfices peuvent être 5 attendus d'une amélioration de la fiabilité et de la précision des informations données à la station de réparation dont :
- une meilleure qualité de réparation liée à une meilleure connaissance des circonstances de la panne,
 - une réduction du temps de réparation également liée à une 10 meilleure connaissance des circonstances de la panne,
 - une possibilité d'amélioration continue des pièces et équipements provenant d'une meilleure connaissance de leurs anomalies constatées en fonctionnement opérationnel,
 - une possibilité d'actions d'incitation et de formation de la part 15 des personnels de maintenance vis à vis des opérateurs gestionnaires des aéronefs en vue de réduire les fausses déposes de pièces ou d'équipements consécutives à une mauvaise interprétation des messages de panne,
 - une meilleure traçabilité des fausses déposes dites NFF 20 (abréviation de l'expression anglo-saxonne "No Fault Found")

L'objet de l'invention est un système de maintenance pour un ensemble d'équipements comportant :

- des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement de chaque équipement, pourvus chacun de moyens d'élaboration de tests de bon fonctionnement et d'émission de messages de panne en cas d'échec des tests ainsi que d'une mémoire non volatile solidaire de l'équipement surveillé,
- un calculateur central de maintenance en relation avec lesdits 25 circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement, pourvu de moyens de diagnostic de l'état de fonctionnement de l'ensemble d'équipements, opérant à partir des messages de panne desdits circuits électroniques de surveillance de bon 30

fonctionnement et élaborant un rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements,

- une ou plusieurs liaisons de transmission de données reliant lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance,

5 ledit système de maintenance pour un ensemble d'équipements étant caractérisé en ce que le calculateur central comporte des moyens de mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements sur la ou les liaisons de transmission de données le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement et en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement comportent des moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des équipements, du rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements élaboré par le 10 calculateur central de maintenance lorsque ce rapport transite sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

15 Avantageusement, lorsque des équipements sont regroupés par sous-ensembles pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage,

20 de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement de ces équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non 25 volatiles solidaires des équipements, de messages de panne émis par le ou les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement du ou des sous-ensembles auxquels appartiennent les équipements surveillés, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur 30 central de maintenance.

35 Avantageusement, lorsque des équipements comportent des parties pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de

surveillance de bon fonctionnement de ces parties d'équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des parties d'équipement, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement du ou des équipements auxquels appartiennent les parties d'équipement surveillées, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

Avantageusement, lorsque des équipements comportent des parties pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement à destination du calculateur central de maintenance, et lorsque les équipements qui comportent ces parties, sont regroupés par sous-ensembles pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement des parties de ces équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des parties d'équipement, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement du ou des équipements et du ou des sous-groupes d'équipements auxquels appartiennent les parties d'équipement qu'ils surveillent, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

Avantageusement, lorsque des équipements comportent des parties pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement engendrant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement à destination du calculateur central de maintenance, les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement de ces équipements sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert dans leurs mémoires non volatiles solidaires des équipements, de messages de panne

émis aux niveaux inférieurs d'assemblage par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement des parties d'équipement qui les composent, lorsque ces messages transitent sur la ou les liaisons de transmission de données reliant les circuits de surveillance de bon fonctionnement au calculateur central de maintenance.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

- 10 - une figure 1 représente, de manière schématique, un exemple d'architecture de système centralisé de maintenance d'équipements pour aéronef, et
- 15 - une figure 2 détaille un exemple de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement selon l'invention, destiné à être monté sur une pièce d'équipement ou un équipement amovible dont le bon fonctionnement est surveillé au moyen d'un système centralisé de maintenance tel que celui de la figure 1.

Les principaux équipements d'un aéronef moderne contribuant à 20 l'accomplissement du vol tels que les moteurs de propulsion, les moteurs actionnant les gouvernes de direction et de profondeur ainsi que les différents volets, le train d'atterrissement, etc., les interfaces de commande de ces différents moteurs, les appareils de mesure des paramètres aérodynamiques, du cap, de l'altitude, de position, de vitesse, le pilote 25 automatique, le calculateur de gestion du vol, le calculateur de gestion du carburant, les appareils de radiocommunication, etc. sont pourvus de dispositifs individuels de surveillance de bon fonctionnement réalisant une fonction BITE, c'est-à-dire le contrôle des principaux paramètres de fonctionnement de ces appareils ainsi que la conduite de tests automatiques 30 ou semi-automatiques lorsque cela s'avère nécessaire et l'émission de messages de panne lorsque les paramètres mesurés sortent des plages de valeurs autorisées ou lorsque les résultats d'un test ne sont pas ceux attendus.

La diversité des messages de panne possibles ainsi que des 35 possibilités de propagation de la panne initiale d'un équipement à d'autres

équipements dépendants rend difficile, pour l'équipage ou le personnel de maintenance, l'établissement en temps réel et dans toutes les situations possibles, d'un diagnostic de l'état général de l'aéronef. C'est pourquoi, les aéronefs modernes sont équipés d'un calculateur central de maintenance chargé d'un traitement automatique, aussi poussé que possible des messages de panne, pour ne signaler à l'équipage ou au personnel de maintenance, que la ou les pannes effectives et leur donner des indications sur la conduite à tenir pour pallier les conséquences de ces pannes.

Pour faciliter la maintenance d'un aéronef et diminuer ses durées d'immobilisation au sol, on cherche de plus en plus à généraliser l'échange standard, aussi bien au niveau de certaines pièces d'équipement, qu'au niveau de certains équipements complets. Ces pièces d'équipement ou équipements facilement démontables sont alors pourvus, à leurs niveaux respectifs d'assemblage, de circuits électroniques individuels de surveillance de bon fonctionnement assurant une fonction BITE de contrôle des paramètres principaux, d'élaboration de tests automatiques et semi-automatiques de bon fonctionnement, et de diagnostic de panne, et émettant, lorsque cela s'avère nécessaire, des messages de panne à destination du calculateur central de maintenance pour que ce dernier puisse établir son diagnostic sur l'état général de l'aéronef et localiser la pièce d'équipement ou l'équipement défaillant.

La figure 1 montre, de manière schématique, une architecture de système de maintenance centralisée tel que l'on peut en trouver dans un aéronef moderne. On y distingue un ensemble d'équipements 1 à 6 géographiquement dispersés dans la cellule de l'aéronef et reliés entre eux, ainsi qu'à un calculateur central de maintenance CMC 7, à une interface clavier-écran MCDU 8 et à une imprimante 9, par l'intermédiaire d'une liaison de transmission de données avion 10.

Tous les équipements 1 à 6 sont pourvus de circuits électroniques individuels de surveillance bon fonctionnement assumant une fonction BITE à leurs niveaux. Ces circuits électroniques individuels de surveillance de bon fonctionnement ont une partie matérielle 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a solidaire de l'équipement surveillé et communiquent leurs messages de panne au calculateur central de maintenance CMC 7 par l'intermédiaire de la liaison de transmission de données avion 10.

Certains équipements, comme les équipements 1, 4, 5, 6 sont indivisibles et ne comportent, individuellement, qu'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant une fonction BITE au niveau global de l'équipement lui-même. Ce circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement comporte une partie matérielle 1a, 4a, 5a, 6a solidaire de l'équipement surveillé.

D'autres équipements, comme les équipements 2, 3, sont conçus selon une architecture modulaire, et renferment différents modules 20, 21, 22, 23 ou 30, 31, 32 facilement démontables et remplaçables par échange standard. Ces équipements 2, 3, sont alors pourvus chacun d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant une fonction BITE au niveau global de l'équipement, et d'un ensemble de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assurant individuellement une fonction BITE au niveau de leurs modules. Les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement opérant au niveau global d'un équipement ont une partie matérielle 2a, 3a solidaire de l'équipement ou de l'un de ses modules lorsque l'équipement est organisé en modules, tandis que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement opérant au niveau des modules 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32 comportent chacun une partie matérielle 20a, 21a, 22a, 23a ou 30a, 31a, 32a solidaire du module surveillé.

Certains enfin des équipements 1, 2 sont géographiquement isolés alors que d'autres 3, 4, 5, 6 sont regroupés dans des armoires ou étagères 11, elles-mêmes équipées individuellement d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement, avec une partie matérielle 11a, assumant une fonction BITE au niveau du regroupement d'équipements, solidaire des armoires ou étagères ou même de l'un des équipements ou de l'un des modules d'équipement du regroupement.

L'ensemble des parties matérielles des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement, solidaires de modules d'équipement comme les parties 20a, 21a, 22a, 23a ou 30a, 31a, 32a, d'équipements comme les parties 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a, ou de regroupements d'équipements en armoire ou étagère, comme la partie 11a, sont connectées à la liaison de transmission de données avion 10 qui peut être par exemple un bus de type ARINC 429, 629 ou Ethernet auquel sont également

connectés le calculateur central de maintenance 7, l'interface clavier-écran MCDU 8 et une imprimante 9.

Le calculateur central de maintenance 7, dont la constitution est bien connue de l'homme du métier et dont un exemple est décrit dans le brevet américain US 4,943,919, effectue, en temps réel ou en fin de vol, un diagnostic de l'état général de l'aéronef, localise le ou les équipements défaillants à l'origine des messages de panne lui parvenant des différentes fonctions BITE assumées par les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement répartis sur des modules d'équipement, des équipements et des regroupements d'équipements de l'aéronef, signale à l'équipage ou au personnel de maintenance, le ou les équipements effectivement défaillants, sauvegarde dans une partie non volatile de sa mémoire, un historique des messages de panne reçus, des alarmes émises à destination de l'équipage et établit, à destination de l'équipe assurant la maintenance au sol de l'aéronef, un rapport PFR/LLR de "post-vol" qui comporte une synthèse des messages de panne, des alarmes et des informations de contexte général (date, heure, phase de vol, etc.) utiles pour l'interprétation de ces informations. Ce rapport PFR/LLR de "post-vol" disponible juste après l'atterrissement, peut être imprimé au moyen de l'imprimante 9 installée à bord de l'aéronef, de manière automatique à la fin de chaque vol ou sur requête d'un opérateur en faisant la demande, à partir de l'interface clavier-écran MCDU 8 placée dans le poste de pilotage de l'aéronef. Il peut être également transmis à un centre de gestion de flotte appartenant par exemple à l'opérateur exploitant l'aéronef, par l'intermédiaire d'un réseau embarqué de télécommunication externe tel que le réseau ACARS de l'anglo-saxon "Aircraft Communication Addressing and Reporting System", utilisant une liaison de transmission de type VHF, UHF ou autre.

L'interface clavier-écran MCDU 8, qui permet un échange de commandes et d'informations entre un opérateur et le calculateur central de maintenance 7, est l'interface utilisée par ailleurs, et c'est sa fonction principale, pour permettre à l'équipage d'échanger des consignes et des informations avec le pilote automatique PA, le calculateur de gestion du vol FMS (Flight Management System en langue anglo-saxonne) et le calculateur de gestion du carburant. Les fonctions de pilote automatique, de gestion du vol, de gestion du carburant et de maintenance centralisée peuvent être

assumées par un même calculateur ou par plusieurs calculateurs distincts souvent regroupés dans une même armoire ou étagère. Cette interface clavier-écran MCDU 8 peut, en ce qui concerne le dialogue avec le calculateur central de maintenance 7, être doublée ou remplacée par un 5 ordinateur portable genre PC raccordée au calculateur central de maintenance 7 par une liaison de données déconnectable empruntant ou non le bus de transmission de données avion 10.

L'imprimante 9 est placée dans le poste de pilotage en un endroit facilement accessible et reliée, par le bus de transmission de données avion 10, à différents équipements dont le calculateur central de maintenance 7.

Lorsqu'elle a procédé à un échange standard d'un module d'équipement ou d'un équipement complet à la suite des indications contenues dans le rapport PFR/LLR de "post-vol" délivré par le calculateur central de maintenance 7, indications précisées éventuellement par des tests 15 supplémentaires de fonctionnement programmés depuis l'interface écran-clavier MCDU 8, l'équipe de maintenance au sol de l'aéronef envoie la pièce déposée : module ou équipement complet, à une station de réparation pour révision avec une note d'accompagnement expliquant les raisons de la dépose. Arrivée à la station de réparation, la pièce déposée est soumise à 20 des tests pour établir un diagnostic de réparation, réparée et contrôlée avant d'être déclarée à nouveau bonne pour le service. Dans un certain nombre de cas, le diagnostic de réparation se révèle difficile à établir.

Pour aider au diagnostic de réparation d'une pièce pourvue d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement, on a pensé à 25 recourir à l'historique des messages de panne élaborés au cours de la période de mise en service de la pièce précédant sa dépose, en prévoyant de doter la partie matérielle du circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement, qui reste solidaire de la pièce, d'une mémoire non volatile, c'est-à-dire conservant les données mémorisées en cas de suppression 30 d'alimentation électrique, dans laquelle est stocké cet historique des messages de panne. Ainsi, il est possible, à l'arrivée de cette pièce en station de réparation, de consulter l'historique des messages de panne stocké dans la mémoire non volatile de la partie matérielle du circuit électronique qui lui est solidaire, ce qui facilite le diagnostic de réparation.

- Cependant, dans un certain nombre de cas, l'aide de l'historique des messages de panne de la fonction BITE associée à la pièce en cours de diagnostic de réparation n'est pas suffisante pour parvenir à un diagnostic sûr. Il ne reste alors plus, comme aide au diagnostic, que la note explicative de dépose accompagnant la pièce. Or cette note, dont la rédaction résulte d'un processus entièrement manuel impliquant plusieurs intervenants, comporte souvent des erreurs de retranscription et des simplifications exagérées des motifs et circonstances de la dépose, voire parfois une absence totale de ces motifs.
- 10 Comme la motivation de la dépose d'une pièce par l'équipe de maintenance au sol de l'aéronef résulte dans la grande majorité des cas, de la consultation du rapport de PFR/LLR "post-vol" établi par le calculateur central de maintenance, on propose de stocker dans la mémoire non volatile de la partie matérielle, solidaire de la pièce, du circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant la fonction BITE de la pièce, non seulement, l'historique des messages de panne engendrés par la fonction BITE de la pièce mais également le ou les derniers rapports PFR/LLR de "post-vol" établis par le calculateur central de maintenance.
- 15 Cette opération de mémorisation de rapport PFR/LLR de "post-vol" est facilitée par le fait qu'un rapport PFR/LLR de "post-vol" est souvent disponible, à un moment ou un autre sur la liaison de transmission de données avion. Ainsi, dans l'exemple de configuration du système de surveillance centralisée illustré à la figure précédente, les rapports PFR/LLR de "post-vol" empruntent nécessairement la liaison de transmission de données avion 10 pour leur impression puisque l'imprimante 9 est connectée par cette dernière au calculateur central de maintenance 7. Dans ces conditions, il suffit de pourvoir les différents circuits électroniques assurant des fonctions BITE, de moyens de détection de la présence d'un rapport PFR/LLR de "post-vol" sur la liaison de transmission de données avion, et de capture et de transfert de ce rapport PFR/LLR de "post-vol" dans leurs mémoires non volatiles solidaires des pièces susceptibles d'être déposées. Même si l'imprimante 9 est connectée au calculateur central de maintenance 7 par une liaison spécifique, ces moyens peuvent être efficaces car les rapports PFR/LLR de « post-vol » empruntent la liaison de transmission avion 10 à d'autres occasions, notamment pour leur consultation via

l'interface clavier-écran 8 ou pour leur transmission au sol par l'intermédiaire d'un réseau embarqué de télécommunication externe. Il est également possible de prévoir par une programmation adaptée du calculateur central de maintenance 7, une opération spécifique de mise à disposition de son rapport PFR/LLR de "post-vol" sur la liaison de transmission de données avion 10 exécutée à chaque fin de vol ou sur l'intervention d'un opérateur.

On propose également, de manière plus générale, de stocker dans les mémoires non volatiles des parties matérielles, qui restent solidaires des pièces déposées, des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assurant les fonctions BITE, non seulement l'historique de leurs messages de panne et le rapport PFR/LLR de "post-vol" mais également les historiques des messages de panne des fonctions BITE associées à des niveaux supérieurs d'assemblage, c'est-à-dire du ou des équipements auxquels appartiennent un module lorsque la pièce en cause est un module, ou du regroupement éventuel d'équipements auquel appartient un équipement lorsque la pièce en cause est un équipement ou un de ses modules. Ainsi, on disposera, à la station de réparation, d'un résumé assez complet du comportement en situation de la pièce ayant conduit l'équipe de maintenance au sol de l'aéronef à la remplacer. Comme précédemment pour le rapport PFR/LLR de "post-vol", l'opération est facilitée par le fait que les messages de panne engendrés par les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assumant les fonctions BITE sont souvent disponibles à un moment ou à un autre sur la liaison de transmission de données avion 10. Si tel n'est pas le cas, les fonctions BITE des niveaux supérieurs d'assemblage étant reliées au calculateur central de maintenance 7 par une liaison de transmission de données spécifique, il suffit de faire effectuer par ces fonctions BITE de niveau supérieur d'assemblage, au moyen d'une programmation adaptée, une mise à disposition de l'historique de leurs messages de panne sur le bus de transmission de données avion, à chaque fin de vol ou sur l'intervention d'un opérateur.

On propose même de mémoriser dans les mémoires non volatiles des parties matérielles, qui restent solidaires des pièces déposées, des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assurant les fonctions BITE, en plus du ou des derniers rapports PFR/LLR de "post-vol",

les historiques des messages de panne des fonctions BITE associées à des niveaux d'assemblage inférieurs, le circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement assurant la fonction BITE d'un équipement stockant dans la mémoire non volatile de sa partie matérielle restant solidaire de la 5 pièce déposée, les historiques des messages de panne des fonctions BITE associées à ses modules, ces historiques pouvant aider au repérage d'une panne provoquée par la défaillance d'un élément interne de la pièce déposée, lui-même pourvu d'une fonction BITE.

La figure 2 donne un exemple possible de configuration de la 10 partie matérielle, qui reste solidaire de la pièce déposée, d'un circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement 40a assumant une fonction BITE, permettant une mémorisation locale, à son niveau, non seulement de l'historique de la fonction BITE de la pièce mais également du rapport PFR/LLR de "post-vol" du calculateur central de maintenance et 15 éventuellement, d'historiques d'autres fonctions BITE assumées par d'autres circuits électroniques de bon fonctionnement.

Cette partie matérielle de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement 40a est solidaire d'une pièce 40 dont elle suit les tribulations lors des pose et dépose et qui peut être, comme cela a été 20 envisagé précédemment, un module d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32 figure 1) ou un équipement (1, 2, 3, 4 figure 1). Elle comporte un circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10, un automate de test 401, une horloge 402, un circuit 403 de détection, de capture et de transfert des messages en transit sur le bus de la liaison de 25 transmission de données avion 10 avec un premier étage de détection de messages 413 et un deuxième étage de sélection de messages 423, une mémoire non volatile 405 et un circuit 406 de gestion de mémoire non volatile.

Le circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de 30 transmission de données avion 10 est un circuit spécialisé que l'on trouve dans tout équipement raccordé à un bus de la liaison de transmission de données avion 10. Il fait l'interface entre un équipement et le bus de la liaison de transmission de données avion, c'est-à-dire d'une part, la transition, dans les deux sens, entre une organisation de données adaptée à un équipement 35 et une organisation de données adaptée à la liaison de transmission de

données avion et, d'autre part, le passage, dans les deux sens, d'un signal véhiculant les données aux caractéristiques physiques adaptées à un équipement, à un signal véhiculant les données aux caractéristiques physiques adaptées au bus de la liaison de transmission. Il ne sera pas 5 détaillé car il ne fait pas partie de l'invention. Il suffit de savoir qu'il sert d'interface au bus de la liaison de transmission de données pour laquelle il fournit localement, au niveau d'un équipement, un accès 400e à l'émission et un accès 400r à la réception.

L'automate de test 401 est connecté à des éléments, capteurs, 10 actionneurs, etc. dispersés au sein de la pièce 40, aux accès émission 400e et réception 400r du circuit 400 d'accès au bus de transmission de données avion 10, au circuit d'horloge 402 et au circuit de gestion de mémoire 406. Il assume la fonction BITE de la pièce 40. Ses connexions à des capteurs et actionneurs dispersés au sein de la pièce 40 lui permettent de surveiller des 15 paramètres de fonctionnement de la pièce 40 ainsi que d'effectuer des tests de bon fonctionnement sur cette pièce. Sa connexion au circuit d'horloge 402 lui permet de dater ses messages et également de mener des tests ou mesures avec des périodicités ou à des dates fixées. Ses connexions aux accès émission 400e et réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel 20 au bus de transmission de données avion 10 lui permettent de communiquer avec le calculateur central de maintenance 7 pour son paramétrage, la conduite de tests de bon fonctionnement et la transmission des messages de panne. Sa conception ne sera pas détaillée car elle ne fait pas partie de l'invention et elle est en outre très dépendante de la nature de la pièce 40 25 dont on surveille le fonctionnement.

Le circuit d'horloge 402 peut être remis à l'heure à partir du calculateur central de maintenance 7 grâce à un branchement sur l'accès réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10. Il délivre une référence de temps aux 30 divers éléments du circuit de surveillance de bon fonctionnement 40a.

La mémoire non volatile 405 est par exemple, une mémoire morte effaçable électriquement dite EEPROM (Electrical Erasable/Programmable Read-Only Memory en langage anglo-saxon).

Le circuit 406 de gestion mémoire qui est associé à la mémoire 35 non volatile 405 permet, par exemple, compte tenu de la capacité limitée de

cette dernière, de l'utiliser comme un registre de type premier entré – premier sorti connu sous le sigle FIFO (First In First Out en langage anglo-saxon) de manière à toujours avoir en mémoire la partie la plus récente de l'historique. Il reçoit les messages de panne émis par l'automate de test 401 transitant

5 sur l'accès émission 400e du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 ainsi que les rapports PFR/LLR de "post-vol" du calculateur central de maintenance 7 et les messages de panne d'autres circuits de surveillance de bon fonctionnement assumant des fonctions BITE, disponibles en sortie du circuit 423 de sélection de messages

10 et les date avant de les introduire dans la mémoire non volatile 405. Comme l'automate de test 401 et le circuit d'horloge 402, il dispose d'une entrée de commande connectée à l'accès de réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 qui permet de le télécommander par l'intermédiaire de ce circuit d'accès

15 bidirectionnel 400.

Le premier étage de détection 413 du circuit détection, de capture et de transfert de messages 403 connecté à l'accès réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 isole chaque message en transit sur le bus de la liaison de transmission avion tandis que le deuxième étage 423 du circuit de détection, de capture et de transfert 403 analyse les étiquettes ou "labels" des messages en transit sur la liaison de transmission avion 10 qui sont mis à sa disposition par le premier étage de détection de messages 413 pour ne conserver que ceux émis par le calculateur central de maintenance 7 et appartenant à un rapport PFR/LLR de "post-vol", et les messages de panne provenant de certains circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement assumant des fonctions BITE, dûment référencés au niveau de la partie matérielle 40a de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement. Comme l'automate de test 401, le circuit d'horloge 402 et le

20 circuit de gestion de mémoire 406, il comporte une entrée de commande connectée à l'accès réception 400r du circuit 400 d'accès bidirectionnel au bus de la liaison de transmission de données avion 10 qui permet de le télécommander par l'intermédiaire de ce circuit d'accès bidirectionnel 400, afin notamment de lui fournir les identités des circuits électroniques de

25

30

surveillance de bon fonctionnement assumant des fonctions BITE, dont il doit capter les messages.

Pour faciliter la compréhension, la partie matérielle de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement représentée à la figure 2 5 se suffit à elle-même pour réaliser une fonction BITE complète. Il est cependant des cas où il est plus avantageux de simplifier cette partie matérielle au point où elle ne peut plus assumer, à elle seule, qu'une partie de fonction BITE, la charge de la partie restante de la fonction BITE étant reportée sur le calculateur central de maintenance ou sur un calculateur de 10 prédiagnostic.

Egalement, dans un but de faciliter la compréhension, la partie matérielle de circuit électronique de surveillance de bon fonctionnement a été représentée dans la figure 2, sous forme d'un assemblage de boîtes séparées et dédiées à des fonctions distinctes. Il ne faut pas en conclure 15 pour autant que cet assemblage implique que de telles boîtes existent nécessairement dans une réalisation, les fonctions réalisées par des boîtes différentes pouvant l'être au moyen d'un ou plusieurs microprocesseurs pilotés par des logiciels et fonctionnant en multitâche.

Les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement 20 qui viennent d'être proposés pour assumer la fonction BITE d'une partie d'équipement ou d'un équipement démontable, susceptibles d'échanges standards, au sein d'un système de maintenance à calculateur centralisé, permettent à une station de réparation, de disposer, à partir de la pièce déposée elle-même, d'une vision suffisamment complète sur le déroulement 25 de la dernière campagne d'utilisation de la pièce pour :

- constater les conditions dans lesquelles la panne motivant la dépose de la pièce s'est déclarée (concomitance de pannes d'autres équipements ou parties d'équipement, perturbations éventuelles des réseaux électriques ou hydrauliques, etc.),
- 30 - apprécier si la dépose de la pièce est bien consécutive à une annonce incriminant la pièce concernée.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Système de maintenance pour un ensemble d'équipements comportant :

- des circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) de chaque équipement (1, 2, 3,...) pourvus chacun de moyens d'élaboration de tests de bon fonctionnement et d'émission de messages de panne en cas d'échec des tests (400, 401) ainsi que d'une mémoire non volatile (405) solidaire de l'équipement surveillé,
- un calculateur central de maintenance (7) en relation avec lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), pourvu de moyens de diagnostic de l'état de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...), opérant à partir des messages de panne desdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) et élaborant un rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...),
- une ou plusieurs liaisons de transmission de données (10) reliant lesdits circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) au calculateur central de maintenance (7),

ledit système de maintenance pour un ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) étant caractérisé en ce que le calculateur central de maintenance (7) comporte des moyens de mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) et en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) comportent des moyens de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, du rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) élaboré par le calculateur central de maintenance (7) lorsque ce

rapport transite sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

5 2. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3, 4, 5, 6) sont regroupés par sous-ensembles (11) pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (11a) engendant des messages de panne concernant lesdits sous-ensembles (3, 4, 5, 6) à destination du calculateur
10 central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 4a, 5a, 6a) de ces équipements (3, 4, 5, 6) regroupés en un même sous-ensemble (11) sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, des
15 messages de panne émis par le (11a) ou les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement du ou des sous-ensembles (11) auxquels appartiennent les équipements (3, 4, 5, 6), lorsque ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 4a, 5a, 6a, 11a) au
20 calculateur central de maintenance (7).

3. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (2, 3) comportent des parties (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (20a, 21a, 22a, 23a, 30a, 31a, 32a) engendant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32) à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (20a, 21a, 22a, 23a, 30a, 31a, 32a) de ces parties d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32) sont également pourvus de moyens de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des parties d'équipement, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (2a, 3a) du ou des équipements (2, 3) auxquels appartiennent les parties d'équipement (20, 21, 22, 23, 30, 31, 32), lorsqu'ils

transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

- 5 4. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3) comportent des parties (30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a) engendant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (30, 31, 32) à destination du
10 calculateur central de maintenance (7) et où les équipements (3) qui comportent ces parties d'équipement (30, 31, 32), sont regroupés avec d'autres équipements (4, 5, 6) par sous-ensembles (11) pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (11a) engendant des messages de
15 panne concernant lesdits sous-ensembles (11) à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a) des parties (30, 31, 32) de ces équipements (3) sont également pourvus moyens (403) de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires
20 non volatiles (405) solidaires des parties d'équipements, de messages de panne émis par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (3a, 11a) du ou des équipements (3) et du ou des sous-ensembles d'équipements (11) auxquels appartiennent les parties d'équipement (30, 31, 32), lorsque ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de
25 transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).

- 30 5. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3) comportent des parties (30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32) engendant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (30, 31, 32) à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 11a) de ces
35 équipements (3) sont également pourvus de moyens (403) de détection, de

- capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, des messages de panne émis au niveau inférieur d'assemblage par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a, 3a, 4a, 5a, 6a) des parties d'équipement (30, 5 31, 32) qui les composent lorsque ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).
- 10 6. Système selon la revendication 1, dans lequel des équipements (3) comportent des parties (30, 31, 32) pourvues elles-mêmes, à leur niveau inférieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32) engendant des messages de panne concernant lesdites parties d'équipement (30, 31, 32) à destination du 15 calculateur central de maintenance (7), et où les équipements (3) qui comportent ces parties d'équipement (30, 31, 32) sont regroupés avec d'autres (4, 5, 6) par sous-ensembles (11) pourvus eux-mêmes, à leur niveau supérieur d'assemblage, de circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (11a) engendant des messages de panne concernant 20 lesdits sous-ensembles à destination du calculateur central de maintenance (7), caractérisé en ce que les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (3a, 11a) de ces équipements (3) sont également pourvus de moyens (403) de détection, de capture et de transfert (403, 413, 423) dans leurs mémoires non volatiles (405) solidaires des équipements, des 25 messages de panne émis au niveau inférieur d'assemblage par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement (30a, 31a, 32a, 3a, 4a, 5a, 6a) de leurs parties d'équipement (30, 31, 32) et, au niveau supérieur d'assemblage, par le ou les circuits de surveillance de bon fonctionnement des équipements (3, 4, 5, 6) appartenant au même sous-ensemble, lorsque 30 ces messages transitent sur la ou lesdites liaisons de transmission (10) reliant les circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a, etc.) au calculateur central de maintenance (7).
- 35 7. Système selon la revendication 1, comportant une imprimante (9) reliée au calculateur central de maintenance (7) par la ou l'une desdites

liaisons de transmission de données (10) raccordant le calculateur central de maintenance (7) aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), caractérisé en ce que les moyens du calculateur central de maintenance (7) effectuant la mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) sont aussi les moyens de moyens de mise à disposition de l'imprimante (9), de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...).

8. Système selon la revendication 1, comportant une interface clavier-écran (8) reliée au calculateur central de maintenance (7) par la ou l'une desdites liaisons de transmission de données (10) raccordant le calculateur central de maintenance (7) aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), caractérisé en ce que les moyens du calculateur central de maintenance (7) effectuant la mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) sont aussi les moyens de moyens de mise à disposition de l'interface clavier-écran (8), de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...).

9. Système selon la revendication 1, associé à un réseau embarqué de télécommunication externe relié au calculateur central de maintenance (7) par la ou l'une desdites liaisons de transmission de données (10) raccordant le calculateur central de maintenance (7) aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...), caractérisé en ce que les moyens du calculateur central de maintenance (7) effectuant la mise à disposition de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...) sur la ou les liaisons de transmission de données (10) le reliant aux circuits électroniques de surveillance de bon fonctionnement (1a, 2a, 3a,...) sont aussi les moyens de moyens de mise à disposition du réseau embarqué de télécommunication

externe, de son rapport sur l'état global de fonctionnement de l'ensemble d'équipements (1, 2, 3,...).

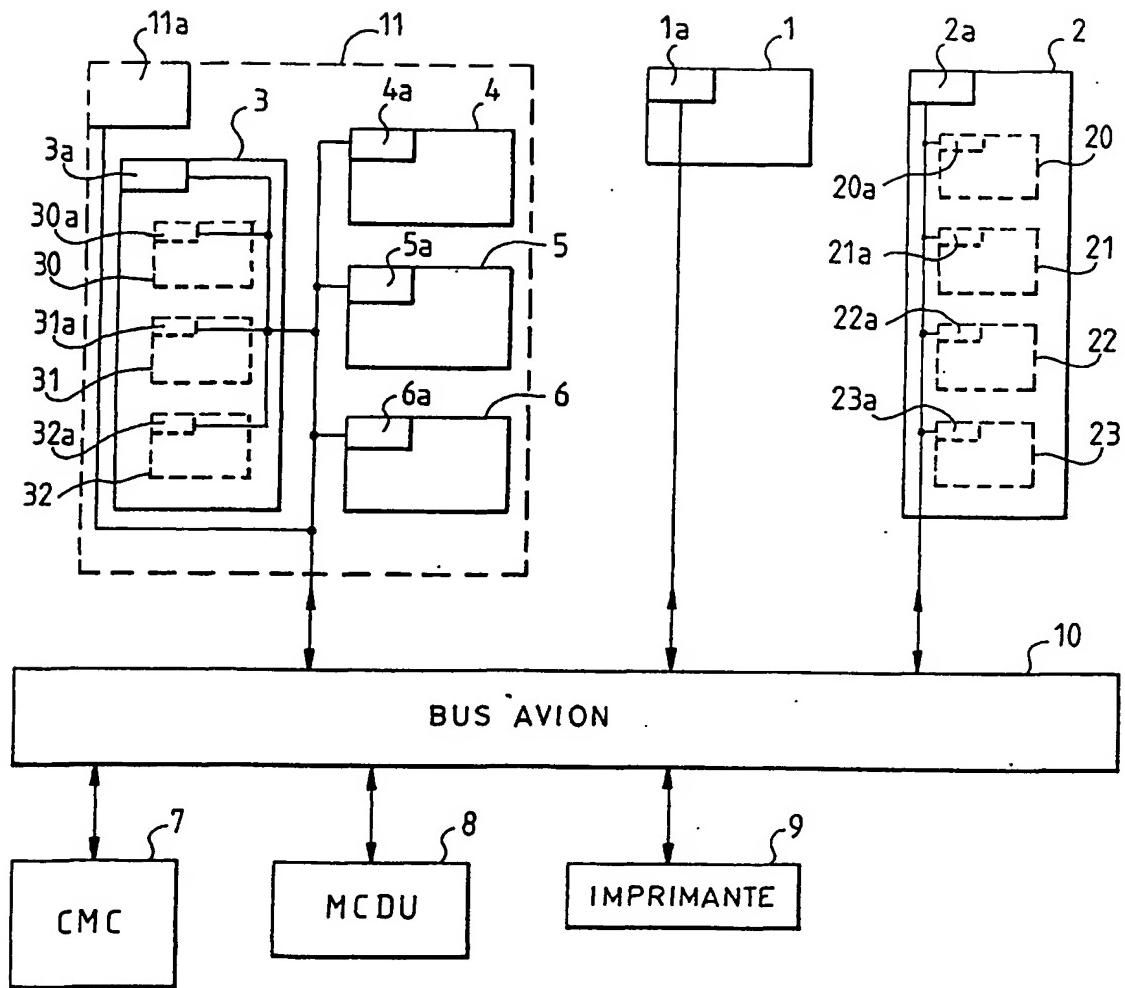


FIG.1

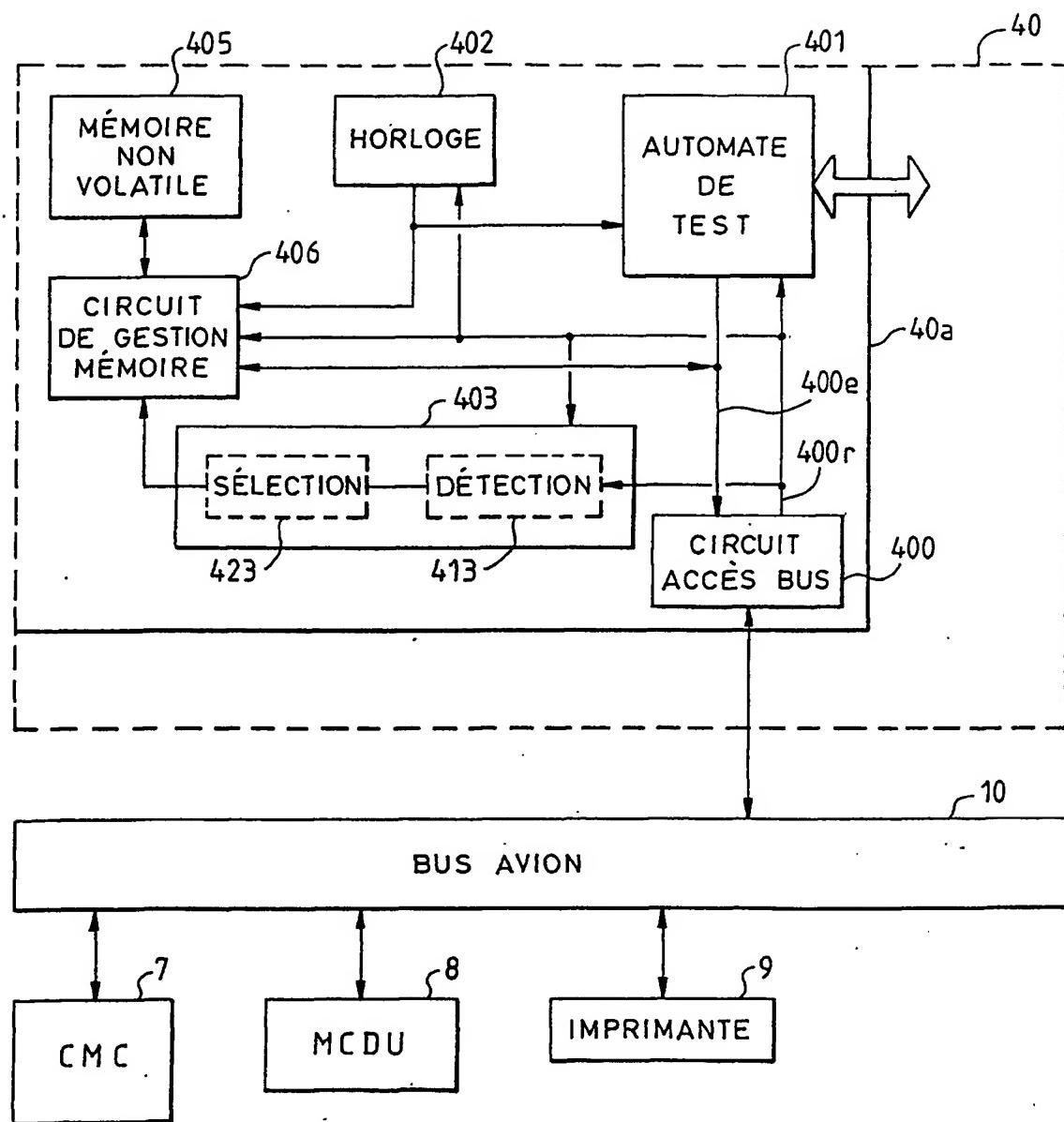


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| |
|---------------------------------|
| Intr national Application No |
| PCT/FR 01/02569 |

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G05D1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05D G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A | US 5 638 383 A (WOTZAK WILLIAM J ET AL) 10 June 1997 (1997-06-10) the whole document --- | 1-9 |
| A | US 4 943 919 A (ASLIN MATTHEW J ET AL) 24 July 1990 (1990-07-24) the whole document ----- | 1-9 |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 February 2002

Date of mailing of the international search report

21/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Philippot, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR 01/02569

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|----------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| US 5638383 | A 10-06-1997 | NONE | |
| US 4943919 | A 24-07-1990 | NONE | |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der Internationale No
PCT/FR 01/02569

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G05D1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G05D G06F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| A | US 5 638 383 A (WOTZAK WILLIAM J ET AL) 10 juin 1997 (1997-06-10) le document en entier ----- | 1-9 |
| A | US 4 943 919 A (ASLIN MATTHEW J ET AL) 24 juillet 1990 (1990-07-24) le document en entier ----- | 1-9 |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 février 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/02/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Philipot, B

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der 1e Internationale No
PCT/FR 01/02569

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 5638383 | A 10-06-1997 | AUCUN | |
| US 4943919 | A 24-07-1990 | AUCUN | |